

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018345

International filing date: 09 December 2004 (09.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-019581  
Filing date: 28 January 2004 (28.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10.12.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   1 月 2 8 日  
Date of Application:

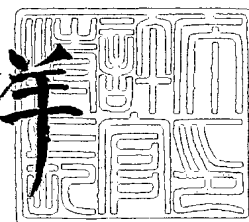
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 1 9 5 8 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 4 - 0 1 9 5 8 1 ]

出   願   人            松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 2 8 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2032460004  
【提出日】 平成16年 1月28日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 7/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 東海林 衛  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 久世 雄一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 佐藤 孝広  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際のサーボ位置調整方法において、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2回のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行うことを特徴とするサーボ位置調整方法。

**【請求項 2】**

第1のサーボ位置調整は、光ビームがトラック方向の分割線で2分割されるように配置された受光素子から出力される2つの信号の差動成分が最大となる位置付近に調整されることを特徴とする請求項1記載のサーボ位置調整方法。

**【請求項 3】**

第2のサーボ位置調整は、PRML誤差指標Mが最小となる位置付近に調整されることを特徴とする請求項1記載のサーボ位置調整方法。

**【請求項 4】**

フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置の内の少なくとも一つの調整を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のサーボ位置調整方法。

**【請求項 5】**

第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録する際の記録条件をテスト記録により決定することを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載のサーボ位置調整方法。

**【請求項 6】**

オリジナル信号のマーク部の長さに応じて数が調整される複数の駆動パルスを用いて光ビームを前記トラックの記録面に照射する際の、照射パワーとパルス位置の少なくとも一つを決定することを特徴とする請求項5記載のサーボ位置調整方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】サーボ位置調整方法

【技術分野】

【0001】

本発明は記録可能な情報記録媒体への光学情報の記録を行う際のサーボ位置調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザ光を照射して光ディスクにデジタル情報の記録を行う光ディスク装置においては、装置や記録媒体に個体差があり、それにより記録する信号や再生する信号の品質が低下する場合があった。

【0003】

このような個体差による信号品質の低下を防ぐための一つの方法として、記録媒体の装着時などにサーボ位置調整を行い、固有の光ディスク装置と記録媒体に最適なサーボ位置の探索を行っていた。

【0004】

図7に従来の実施の形態における光ディスクの構成を示す。図7において701は光ディスク、702はトラック、703は凹凸ピットである。図7に示す様に、光ディスク701は、スパイラル状に形成された複数の溝状のトラック702を有し、前記トラックに光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータの記録が行われる。

【0005】

また凹凸ピット703には、光ディスクの記録可能な容量や記録時の照射パワー等のディスク情報が記録されているが、ユーザデータの記録に当たって、まず凹凸ピットの領域を再生して、サーボ位置の調整が行われていた。例えばフォーカス位置の調整では、フォーカス位置を変更するごとに、凹凸ピット列703を再生してジッタ値を取得し、最もジッタ値が低くなるフォーカス位置が選択され、レンズチルト位置の調整では、レンズチルト位置を変更するごとに、凹凸ピット列703を再生してジッタ値を取得し、最もジッタ値が低くなるレンズチルト位置が選択されていた。なお上記のサーボ位置調整は全面が凹凸ピットの再生専用ディスクの場合でも同様である。

【特許文献1】特開2002-216369号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら例えばBD (Blue-ray Disc) のように、トラックの蛇行形状を変化させることによりディスク情報を形成し、凹凸ピット702の形成されていない光ディスクにおいては、正確なサーボ調整位置を決定することが困難であった。

【0007】

本発明は上記課題に鑑み、凹凸ピット列が存在しない光ディスクにおいても、最適なサーボ調整位置を決定するためのサーボ位置調整方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法は、複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う際のサーボ位置調整方法において、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行う。

【0009】

また、この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法における第1のサーボ位置調整は、光ビームがトラック方向の分割線で2分割されるように配置された受光素子から出力される2つの信号の差動成分が最大となる位置付近に調整される。

【0010】

また、この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法における第2のサーボ位置調整は、PRML誤差指標Mが最小となる位置付近に調整される。

【0011】

また、この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法は、フォーカス位置、レンズチルト位置、球面収差位置の内の少なくとも一つの調整を行う。

【0012】

また、この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法は、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録する際の記録条件をテスト記録により決定する。

【0013】

また、この目的を達成するために本発明のサーボ位置調整方法は、オリジナル信号のマーク部の長さに応じて数が調整される複数の駆動パルスを用いて光ビームを該トラックの記録面に照射する際の、照射パワーとパルス位置の少なくとも一つを決定する。

【発明の効果】

【0014】

本発明のサーボ位置調整方法により、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行うことにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録や再生を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1に本発明の実施の形態における光ディスク装置の構成を示す。図1において、101は光ディスク、102は光ヘッド、104は再生手段B、106は復調・ECC回路、108は記録再生条件決定手段、109は記録補償回路、111は記録パワー設定手段、112はレーザ駆動回路、115は再生手段A、117はサーボ位置設定手段である。また図11に光ヘッド102の構成を示す。図11において、1101は半導体レーザ、1102はコリメートレンズ、1103はビームスプリッタ、1104は凸レンズ、1105は凹レンズ、1106は1/4波長板、1107は対物レンズ、1108はPINフォトダイオードである。

【0016】

図6に本実施の形態における光ディスク101のトラック構成図を示す。光ディスク101は溝状のグルーブトラック601に記録領域を有し、前記グルーブトラックが連続スパイラル状につながった光ディスクである。

【0017】

光ディスク101が光ディスク装置に装着され、ディスクタイプの識別や回転制御等の所定動作の終了後、光ヘッド102は最適記録パワーを設定するための領域に移動する。なお前記領域は、ディスクの最内周もしくは最外周に設けられた、ユーザがデータを記録するユーザ領域以外の領域とする。

【0018】

以下で第1のサーボ位置の調整方法について説明する。光ヘッド102はトラッキングサーボを外した状態で前記領域を再生し、出力信号114が再生手段A115に入力される。図10に再生手段A115のブロック図を示す。図10において1001はプリアンプ、1002はサンプルホールド回路、1003はA/D変換器である。ここで信号114は、トラッキングエラー信号であり、光ヘッド102内の、光ビームがトラック方向の

分割線で2分割されるように配置された受光素子から出力される2つの信号の差動成分である。

#### 【0019】

信号114はプリアンプ1001にて増幅され、サンプルホールド回路1002にてピーク値とボトム値がホールドされ、A/D変換器1003にてデジタル値として確定されて、演算器1004にてピーク値とボトム値の差が計算されて、結果としてトラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116がサーボ位置設定手段117に入力される。

#### 【0020】

サーボ位置設定手段117は、光ヘッド102のフォーカス位置1109を変化させるための信号118を出力し、フォーカス位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となるフォーカス位置を決定する。

#### 【0021】

同様に、サーボ位置設定手段117は、光ヘッド102のレンズチルト位置1110を変化させるための信号118を出力し、レンズチルト位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となるレンズチルト位置を決定する。なおレンズチルト位置とは、対物レンズ1107の傾きのことであり、特に半径方向のディスクの傾きを補正するための傾き量である。

#### 【0022】

なおBDのような多層ディスクでは、層が切り替わると球面収差が発生することから、球面収差位置の調整が必要となるが、同様に、サーボ位置設定手段117が、光ヘッド102の球面収差位置1111を変化させるための信号118を出力し、球面収差位置ごとに、トラッキングエラー信号の振幅に相当する信号116を取得し、トラッキングエラー信号が最大となる球面収差位置を決定しても良い。

#### 【0023】

なお本実施の形態では球面収差位置を変更する方法として、凸レンズ1104、凹レンズ1105から構成された球面収差位置補正手段を用い、凸レンズ1104の位置1111を変更しているが、球面収差位置の変更方法はこれに限らなくとも良い。

#### 【0024】

なおフォーカス位置と球面収差位置は互いに依存関係にあることから、例えば二次元のマップ状にフォーカス位置と球面収差位置を振りながら、トラッキングエラー信号を取得しても良い。

#### 【0025】

なお本実施の形態では、第1のサーボ位置調整を行う領域として、最適記録パワーを設定するための領域を使用しているが、これに限らず、例えば記録の行われない領域を使用しても良い。例えば相変化型の光ディスクでは記録された領域と記録されていない領域では反射率が異なるためにトラッキングエラー信号の振幅も異なる。

#### 【0026】

従って一部が記録された領域を再生すると、部分的にトラッキングエラー信号の振幅が小さくなるような箇所が存在し、例えば演算器1004が、得られた信号の最大値を選択する等の処理が必要となるが、記録の行われない領域を使用することによりトラッキングエラー信号の振幅は安定し、より簡単にトラッキングエラー信号の振幅を測定することができる。

#### 【0027】

なお本実施の形態では第1のサーボ調整を行うために、トラッキングエラー信号の振幅を検出しているが、他の信号を検出しても良い。

#### 【0028】

次に、第1のサーボ位置調整で求めたサーボ位置にした状態で、所定の信号の記録を行う。記録時には、まず記録パワー設定手段111により、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。このときの設定値は光ディスク1

01に記載されていても良いし、以前にも同じ光ディスクに記録したことがある場合にはそのときに使用した記録パワーであっても良い。

#### 【0029】

続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお後述する第2のサーボ位置調整において、フォーカス位置調整の場合は1周の記録でも良いが、レンズチルト位置調整の場合は、隣接トラックからのクロストークの影響も含めて調整することが望ましいため、グルーブトラック3周以上を連続して記録する。また記録する信号は、変調則に則ったランダム信号が望ましい。

#### 【0030】

記録が終わると、続けて第2のサーボ位置調整が行われる。以下で第2のサーボ位置の調整方法について説明する。光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が再生手段B104に入力される。

#### 【0031】

図2に再生手段B104のブロック図を示す。図2において201はプリアンプ、202はハイパスフィルタ、203はAGC回路、204は波形等化器、205はA/D変換器、206はデジタルフィルタ、207はビタビ復号器、208は差分メトリック解析器である。信号103はプリアンプ201によって増幅され、ハイパスフィルタ202でACカップリングされたのちAGC203に入力される。AGC203では後段の波形等化器204の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。

#### 【0032】

AGC203から出力された再生信号は波形等化器204によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器205に入力される。A/D変換器205はクロック209で再生信号をサンプリングする。ここでクロック209は再生信号を図示しないPLLに入力することにより抽出する。A/D変換器205でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ206に入力される。デジタルフィルタ206は記録再生系の周波数特性がビタビ復号器207の想定する特性（本実施の形態ではPR（1，2，2，1）等化特性）となるような周波数特性を有する。

#### 【0033】

デジタルフィルタ206の出力データによりビタビ復号器207は最尤復号を行い、2値化データ105を出力する。デジタルフィルタ206から出力されたデータと、ビタビ復号器207から出力された2値化データ105は差分メトリック解析器208に入力される。差分メトリック解析器208は、ビタビ復号器207の2値化データから状態遷移を判別し、判別結果と、デジタルフィルタ206から出力されたデータから復号結果の信頼性を示すPRML誤差指標Mを算出し、出力結果107がサーボ位置設定手段117に送られる。

#### 【0034】

サーボ位置設定手段117は、光ヘッド102のフォーカス位置1109を変化させるための信号118を出力し、フォーカス位置ごとにPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となるフォーカス位置を決定する。

#### 【0035】

同様に、サーボ位置設定手段117は、光ヘッド102のレンズチルト位置1110を変化させるための信号118を出力し、レンズチルト位置ごとにPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となるレンズチルト位置を決定する。なおレンズチルト位置とは、対物レンズ1107の傾きのことであり、特に半径方向のディスクの傾きを補正するための傾き量である。

#### 【0036】

なおBDのような多層ディスクでは、層が切り替わると球面収差が発生することから、球面収差位置の調整が必要となるが、同様に、サーボ位置設定手段117が、光ヘッド1



02の球面収差位置1111を変化させるための信号118を出力し、球面収差位置ごとにPRML誤差指標Mを取得し、PRML誤差指標Mが最小となる球面収差位置を決定しても良い。

【0037】

なお本実施の形態では球面収差位置を変更する方法として、凸レンズ1104、凹レンズ1105から構成された球面収差位置補正手段を用い、凸レンズ1104の位置1111を変更しているが、球面収差位置の変更方法はこれに限らなくとも良い。

【0038】

なおフォーカス位置と球面収差位置は互いに依存関係にあることから、例えば二次元のマップ状にフォーカス位置と球面収差位置を振りながら、PRML誤差指標Mを取得しても良い。

【0039】

なお本実施の形態では、PRML誤差指標Mが最小となるサーボ位置を設定しているが、PRML誤差指標Mが所定の値以下となるサーボ位置の範囲の中心に設定しても良い。

【0040】

トラッキングエラー信号は光ディスク101の溝形状に依存し、トラッキングエラー信号を取得することによって、大まかなサーボ位置を決定することはできるが、必ずしも信号を記録再生する際の最適なサーボ位置になっていない。特にBDのように光ディスクの基材厚が0.1mmと薄く、光ヘッド102における対物レンズのNA(Numerical Aperture)が0.85程度と大きい場合には、微小なサーボ位置のずれが信号品質を大きく低下させるので、本実施の形態における第2のサーボ位置調整のように、信号の記録されたトラックを再生して、最適なサーボ位置を決定することが有効である。

【0041】

なお第1のサーボ位置調整を行うことにより、第1のサーボ調整の後での信号の記録時や、第2のサーボ位置調整時におけるトラッキング外れや、フォーカス外れの発生を防止することができる。

【0042】

また第1のサーボ位置調整を行って大まかなサーボ位置の範囲を決定することにより、第2のサーボ位置調整を行う範囲を特定することができるので、短時間でサーボ位置の調整を行うことができる。

【0043】

本実施の形態のように、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行うことにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録を行うことができる。

【0044】

以下でPRML誤差指標Mについて説明する。まず、最尤復号法を用いた場合の再生信号品質の評価方法について述べる。最尤復号法とは一般的に、再生波形の再生パターンを予め推定しておいて、再生波形と推定波形を比較しながら、どのパターンに最も近いかを判定し、復号する方法である。例として記録符号として最小極性反転間隔が2の符号を用いる場合について述べる。また、記録系の周波数特性と再生系の周波数特性が合わせてPR(1, 2, 2, 1)等化となるように波形整形される場合について説明する。記録符号 $b_k$ とし、1時刻前の記録符号を $b_{k-1}$ と、2時刻前の記録符号を $b_{k-2}$ と3時刻前の記録符号を $b_{k-3}$ とする。PR(1, 2, 2, 1)等化の理想的な出力値Level<sub>v</sub>とすると、(数1)で表される。

【0045】

## 【数1】

$$Level_v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k$$

## 【0046】

ここで $k$ は時刻を表す整数、 $v$ は0～6までの整数

時刻 $k$ での状態を $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$ とすると、(表1)の状態遷移表が得られる。

## 【0047】

## 【表1】

最小反転間隔2とPR(1, 2, 2, 1)の制約から定まる状態遷移表

時刻 $k-1$ での状態 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	時刻 $k$ での状態 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$B_k / Level_v$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0/0
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1/1
$S(0, 0, 1)$	$S(0, 1, 1)$	1/3
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0/4
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1/5
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0/1
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1/2
$S(1, 1, 0)$	$S(1, 0, 0)$	0/3
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0/5
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1/6

## 【0048】

簡単のために時刻 $k$ での状態 $S(0, 0, 0)_k$ を $S0_k$ 、状態 $S(0, 0, 1)_k$ を $S1_k$ 、状態 $S(0, 1, 1)_k$ を $S2_k$ 、状態 $S(1, 1, 1)_k$ を $S3_k$ 、状態 $S(1, 1, 0)_k$ を $S4_k$ 、状態 $S(1, 0, 0)_k$ を $S5_k$ とすると図3の状態遷移図が得られる。これを時間軸に展開すると図4のトレリス図が得られる。時刻 $k$ での状態 $S0_k$ と時刻 $k-4$ の状態 $S2_{k-4}$ に注目して、状態 $S0_k$ と状態 $S2_{k-4}$ 間でとりうる2つの状態遷移列を示している。1つのとりうる状態遷移列をパスAとすると、パスAは状態 $S2_{k-4}$ 、 $S4_{k-3}$ 、 $S5_{k-2}$ 、 $S0_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移し、もう1つの状態遷移列をパスBとするとパスBは状態 $S2_{k-4}$ 、 $S3_{k-3}$ 、 $S4_{k-2}$ 、 $S5_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移する。時刻 $k-6$ から時刻 $k$ までの最尤復号結果を $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k)$ とすると、 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ となる復号結果( $x$ は0または1の値)が得られた場合には、パスAまたはパスBの状態遷移が最も確からしいと推定されたこととなる。パスA、パスBであっても時刻 $k-4$ における状態 $S2_{k-4}$ の確からしさは同じであるから、パスAとパスBそれぞれの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値によってパスAとパスBのどちらかの状態遷移列が確からしいことになる。パスAの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値を $P_a$ とすると $P_a$ は(数2)、パスBの時刻 $k-3$ から時刻 $k$ までの再生信号 $y_{k-3}$ から $y_k$ までの値と期待値との差の2乗の累積値を $P_b$ とすると $P_b$ は(数3)となる。

## 【0049】

## 【数2】

$$P_a = (y_{k-3} - 4)^2 + (y_{k-2} - 3)^2 + (y_{k-1} - 1)^2 + (y_k - 0)^2$$

## 【0050】

## 【数3】

$$P_b = (y_{k-3} - 5)^2 + (y_{k-2} - 5)^2 + (y_{k-1} - 3)^2 + (y_k - 1)^2$$

## 【0051】

ここで復号結果の信頼性を示す  $P_a$  と  $P_b$  の差  $P_a - P_b$  の意味について述べる。最尤復号回路は  $P_a < P_b$  であれば、パス A を自信を持って選択し、 $P_a > P_b$  であればパス B を自信を持って選択したといえる。また  $P_a = P_b$  であればパス A、パス B のいずれを選択してもおかしくなく、復号結果が正しいかどうかは 5 分 5 分であるといえる。このようにして所定の時間あるいは所定の回数、復号結果から  $P_a - P_b$  を求めると  $P_a - P_b$  の分布が得られる。 $P_a - P_b$  の分布の模式図を図 5 に示す。図 5 (a) は再生信号にノイズが重畳された場合の  $P_a - P_b$  の分布を示している。分布には 2 つのピークがあり、1 つは  $P_a = 0$  となるときに頻度が極大となり、もう 1 つは  $P_b = 0$  となるときに頻度が極大となる。 $P_a = 0$  となるときの  $P_a - P_b$  の値を  $-P_{std}$ 、 $P_b = 0$  となるときの  $P_a - P_b$  の値を  $P_{std}$  とあらわすことにする。 $P_a - P_b$  の絶対値をとり、 $|P_a - P_b| - P_{std}$  を求めると図 5 (b) のような分布が得られる。この分布の標準偏差  $\sigma$  と平均値  $P_{ave}$  を求める。正規分布であるとするし、例えば  $\sigma$  と  $P_{ave}$  から (数 4) のように復号結果の信頼性  $|P_a - P_b|$  が  $-P_{std}$  以下となるとき誤りとなるとすると、誤り確率  $P(\sigma, P_{ave})$  を求めることができる。

## 【0052】

## 【数 4】

$$P(\sigma, P_{ave}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

## 【0053】

従って  $P_a - P_b$  の分布からもとめた平均値  $P_{ave}$  と標準偏差  $\sigma$  から最尤復号方式による 2 値化結果の誤り率を予想することができる。つまり平均値  $P_{ave}$  と標準偏差  $\sigma$  を再生信号品質の指標とすることができる。なお上記の例では  $|P_a - P_b|$  の分布が正規分布となることを仮定したが、分布が正規分布でない場合には、 $|P_a - P_b| - P_{std}$  の値が所定の基準値以下になる回数をカウントすることでカウント数によって信号品質の指標とすることも可能である。

## 【0054】

最小極性反転間隔が 2 であることと  $PR(1, 2, 2, 1)$  等化を用いた状態遷移則の場合、状態が所定の状態から所定状態へ遷移し、このとき 2 つの状態遷移列をとりうるような組み合わせは、例えば時刻  $k-4$  から時刻  $k$  の範囲では 8 パターン存在し、時刻  $k-5$  から時刻  $k$  の範囲でも 8 パターン存在するが、ここで重要なのは、信頼性  $P_a - P_b$  を再生信号品質の指標とするため、誤る可能性が大のパターンのみを検出すれば、すべてのパターンを検出しなくても、誤り率と相関のある指標とすることができる。ここで、誤る可能性が大のパターンとは、信頼性  $P_a - P_b$  の値が小のパターンであり、 $P_a - P_b = \pm 10$  の 8 パターンである。この 8 パターンについて、 $P_a - P_b$  についてまとめると (表 2) のようになる。

## 【0055】

## 【表 2】

2 つの遷移をとりうる最短の状態遷移の組み合わせ

状態遷移	復号結果の信頼性 $P_a - P_b$	
	$P_a = 0$ のとき	$P_b = 0$ のとき
$S_{2_{k-4}} \rightarrow S_{0_k}$	-10	+10
$S_{3_{k-4}} \rightarrow S_{0_k}$	-10	+10
$S_{2_{k-4}} \rightarrow S_{1_k}$	-10	+10
$S_{3_{k-4}} \rightarrow S_{1_k}$	-10	+10
$S_{0_{k-4}} \rightarrow S_{4_k}$	-10	+10
$S_{5_{k-4}} \rightarrow S_{4_k}$	-10	+10
$S_{0_{k-4}} \rightarrow S_{3_k}$	-10	+10
$S_{5_{k-4}} \rightarrow S_{3_k}$	-10	+10

## 【0056】

上記8通りの復号結果の信頼性  $P_a - P_b$  をまとめると (数5) が得られる。

## 【0057】

## 【数5】

Pattern-1

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-2

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 0)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-3

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 1)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-4

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 1)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-5

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 0)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-6

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 0)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-7

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 1)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

Pattern-8

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 1)$  のとき

$P_a - P_b$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

## 【0058】

ここで  $A_k = (y_k - 0)^2$ ,  $B_k = (y_k - 1)^2$ ,  $C_k = (y_k - 2)^2$ ,  $D_k = (y_k - 3)^2$ ,  $E_k = (y_k - 4)^2$ ,  $F_k = (y_k - 5)^2$ ,  $G_k = (y_k - 6)^2$  とする。最尤復号結果  $c_k$  から (数5) を満たす  $P_a - P_b$  を求め、その分布から標準偏差  $\sigma_{10}$  と平均値  $P_{ave10}$  を求める。正規分布であると仮定するとそれぞれ誤りを起こす確率  $P_{10}$  は (数6) となる。

## 【0059】

## 【数6】

$$P_{10}(\sigma_{10}, P_{ave10}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{10 + P_{ave10}}{\sigma_{10}}\right)$$

## 【0060】

この 8 パターンは、1 ビットシフトエラーを起こすパターンで、他のパターンは、2 ビット以上のシフトエラーを起こすパターンである。PRML 処理後のエラーパターンを分析すると、ほとんどが 1 ビットシフトエラーであるため、(数 6) を求めることで再生信号の誤り率が推定でき、標準偏差  $\sigma_{10}$ 、平均値  $P_{ave10}$  を再生信号の品質を示す指標として用いることができる。例えば、上記の指標を PRML 誤差指標  $M$  として、

【0061】

【数 7】

$$M = \frac{\sigma_{10}}{2 \cdot d_{\min}^2} [\%]$$

【0062】

と定義することができる。但し、 $d_{\min}^2$  は、ユークリッド距離の最小値の 2 乗であり、本実施の形態の変調符号と PRML 方式の組み合わせでは、10 となる。また、(数 7) における平均値  $P_{ave10}$  は 0 と仮定する。

【0063】

なお本実施の形態では PRML 誤差指標  $M$  を用いているが、 $P_a - P_b$  を基にした指標であればこれに限らず他の指標でも良い。

【0064】

なお本実施の形態では、記録符号として最小極性反転間隔が 2 である符号を用いて、PR (1, 2, 2, 1) 等化を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、記録符号が (1, 7) 変調符号のような最小極性反転間隔が 2 の場合では上記実施例が適用でき、DVD に使用されている 8-16 変調符号のような最小極性反転間隔が 3 である場合では PR (1, 2, 2, 1) 等化により時刻  $k$  においては 6 つの状態が存在し、時刻  $k+1$  の 6 つの状態へとり得る状態遷移を 8 通りに制限される状態遷移則を用いることにより本発明は実施可能である。

【0065】

従って、最小極性反転間隔が 3 である符号と PR (C0, C1, C1, C0) 等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が 2 または 3 である符号と PR (C0, C1, C0) 等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が 2 または 3 である符号と PR (C0, C1, C2, C1, C0) 等化の組み合わせを用いた場合においても適用できる。ここで C0、C1、C2 は任意の正の数である。

【0066】

なお上記実施の形態では、記録符号として最小極性反転間隔が 2 である符号を用いて、PR (1, 2, 2, 1) 等化を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、記録符号が (1, 7) 変調符号のような最小極性反転間隔が 2 の場合では上記実施例が適用でき、DVD に使用されている 8-16 変調符号のような最小極性反転間隔が 3 である場合では PR (1, 2, 2, 1) 等化により時刻  $k$  においては 6 つの状態が存在し、時刻  $k+1$  の 6 つの状態へとり得る状態遷移を 8 とおりに制限される状態遷移則を用いることにより本発明は実施可能である。

【0067】

なお本実施の形態では、第 2 のサーボ位置調整を行う際の指標として PRML 誤差指標  $M$  を用いているが、指標はジッタや BER (Byte Error Rate) 等、信号を再生して得られる他の指標であっても良い。

【0068】

また本実施の形態では、第 1 のサーボ位置調整で求めたサーボ位置にした状態で、所定の信号の記録を行うが、記録の前にテスト記録を行って記録条件を決定しても良い。テスト記録により最適化された記録条件で記録を行うことで、第 2 のサーボ位置調整を行うトラックに記録される信号品質が向上し、より正確に第 2 のサーボ位置調整を実施することができる。

【0069】

なお記録条件としては、複数の駆動パルスを用いて光ビームをトラックに照射する際の照射パワーやパルス位置がある。以下で記録時の光波形を決定する際の動作について説明する。図7に本実施の形態において記録時に光ヘッド102から出力される光波形を示す。なお本実施の形態では、Run Length Limited (1, 7) 変調方式のデータをマークエッジ記録方式で記録するものとする。この場合、最短の2Tから最長の8Tまでの基準周期であるT毎に7種類のマークおよびスペースが存在する。なお記録方式はこれに限らず他の記録方式でも良い。

#### 【0070】

図8に示すように、照射パワーとしては、ピークパワー(Pw)、バイアスパワー(Pe)、ボトムパワー(Pbw)がある。パルス位置としては、Ttop、dTtop、Tmp、dTcがある。2Tマークの記録は1つのパルスで行い、3Tマークの記録は2つのパルスで行い、以下マーク長がT長くなる後とにパルスが1つ増える。本実施の形態ではピークパワー(Pw)、バイアスパワー(Pe)、ボトムパワー(Pbw)は全マーク共通であり、Tmpは全マーク共通であり、Ttop、dTtop、dTcは2T、3T、4T以上の分類で設定できるものとするが、分類方法はこれに限らなくても良い。また光波形を決定するパラメータも本実施の形態に限らなくても良い。

#### 【0071】

照射パワーを決定する際には、まず記録パワー設定手段111により、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお記録する信号は8Tマークと8Tスペースが連続した信号とし、図9に示すように1周で例えばA、B、C、Dの4条件で記録パワーを変えて記録する。

#### 【0072】

なおこのときピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーの比は一定とする。1周にかけて4条件を複数回繰り返すことにより、光ディスク101の周方向のチルトばらつきを吸収することができる。

#### 【0073】

記録が終了すると、光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が再生手段B104に入力される。信号103はプリアンプ201で増幅され、サンプルホールド回路209で8T信号のピーク値とボトム値がホールドされ、A/D変換器210にてピーク値とボトム値がデジタル値として確定され、演算器211にて例えば8T信号の変調度が計算されて、信号120が記録再生条件決定手段108に入力される。記録再生条件決定手段108は、A、B、C、Dの変調度を基に最適な記録パワーを決定する。

#### 【0074】

なお本実施の形態において、演算器211では再生信号の変調度を計算したが、変調度以外にも振幅や、アシンメトリでも良い。また本実施の形態では8T単一信号の変調度を基に記録時の照射パワーを決定しているが、照射パワーの決定方法はこれに限らず、ランダム信号のジッタやBERや、PRML誤差指標Mを基に決定しても良い。

#### 【0075】

なお本実施の形態ではピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーの比は一定としているが、ピークパワーやバイアスパワーやボトムパワーを独立に決定しても良い。例えばピークパワーを決定する際には、バイアスパワー、ボトムパワーを固定にするというように、それぞれのパワーを個別に決定しても良い。

#### 【0076】

また、パルス位置を決定する際には、まず記録パワー設定手段111により、決定されたピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーがレーザ駆動回路112に設定される。続いて記録補償回路109から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録す

るための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。なお記録する信号はランダム信号とし、図9に示すように1周で例えばA、B、C、Dの4条件でパルス位置を変えて記録する。1周にかけて4条件を複数回繰り返すことにより、光ディスク101の周方向のチルトばらつきを吸収することができる。パルス位置の変更方法としては、例えば3T信号のdTeを1nsずつ4通りに変更させる。

#### 【0077】

記録が終了すると、光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が再生手段B104に入力される。再生手段B104において、信号103はプリアンプ201によって増幅され、ハイパスフィルタ202でACカップリングされたのちAGC203に入力される。AGC203では後段の波形等化器204の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。

#### 【0078】

AGC203から出力された再生信号は波形等化器204によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器205に入力される。A/D変換器205はクロック209で再生信号をサンプリングする。ここでクロック209は再生信号を図示しないPLLに入力することにより抽出する。A/D変換器205でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ206に入力される。デジタルフィルタ206は記録再生系の周波数特性がビタビ復号器207の想定する特性（本実施の形態ではPR(1, 2, 2, 1)等化特性）となるような周波数特性を有する。

#### 【0079】

デジタルフィルタ206の出力データによりビタビ復号器207は最尤復号を行い、2値化データ106を出力する。デジタルフィルタ206から出力されたデータと、ビタビ復号器207から出力された2値化データを差分メトリック解析器208に入力される。差分メトリック解析器208は、ビタビ復号器207の2値化データから状態遷移を判別し、判別結果と、デジタルフィルタ206から出力されたデータから復号結果の信頼性を示すPRML誤差指標M((7)式参照)を算出し、出力結果107が記録条件決定手段に送られる。

#### 【0080】

このときA、B、C、Dの条件毎に平均したMの値が得られるが、最もPRML誤差指標Mが小さい条件を以降の3T信号におけるdTeのパルス位置条件と決定する。以下同様に例えば3T信号のTtop、3T信号のdTtop、2T信号のdTe、2T信号のTtop、2T信号のdTtopの順にパルス位置を決定する。

#### 【0081】

なお本実施の形態において、ランダム信号のPRML誤差指標Mを基にパルス位置を決定しているが、パルス位置の決定方法はこれに限らず、ランダム信号のジッタやBERを基に決定しても良い。

#### 【0082】

以上の様に、第1のサーボ位置調整と第2のサーボ位置調整の少なくとも2段階のサーボ位置調整を行い、第1のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第2のサーボ位置調整を行うことにより、凹凸ピット列が存在しない光ディスクに記録や再生を行う場合でも、光ディスク装置や光ディスクの個体ばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定できるとともに、ユーザデータの正しい記録や再生を行うことができる。

#### 【0083】

特にBDのように光ディスクの基材厚が0.1mmと薄く、光ヘッド102における対物レンズのNA(Numerical Aperture)が0.85程度と大きい場合には、微小なサーボ位置のずれが信号品質を大きく低下させるので、本実施の形態のような2回のサーボ位置調整が有効である。

#### 【0084】

なお本実施の形態は、凹凸ピット列が存在しない光ディスクについて説明したが、凹凸ピット列が存在する光ディスクに対しても、凹凸ピットの無いトラックを使用して第1のサーボ位置調整と第1のサーボ位置調整後の記録と、第2のサーボ位置調整を行っても良いし、凹凸ピットを使用して第1のサーボ位置調整を行った後に、第1のサーボ位置調整後の記録と、第2のサーボ位置調整を行っても良い。

**【0085】**

なお本実施の形態のような2回のサーボ位置調整の後で、再度テスト記録を行い、複数の駆動パルスを用いて光ビームをトラックに照射する際の照射パワーやパルス位置等の記録条件を決定しても良い。より正しいサーボ位置で記録条件を決定することにより、より正確にユーザデータの記録を行うことができる。

**【産業上の利用可能性】****【0086】**

本発明の光学情報の記録方法は、光ディスクへの高密度記録を行う際に有用である。

**【図面の簡単な説明】****【0087】**

【図1】 本発明の実施の形態における光ディスク装置のブロック図

【図2】 本発明の実施の形態における再生手段のブロック図

【図3】 本発明の実施の形態における状態遷移図

【図4】 本発明の実施の形態におけるトレリス図

【図5】 復号結果の信頼性を示すP a - P b の分布図

【図6】 本発明の実施の形態における光ディスクの平面図

【図7】 従来例における光ディスクの平面図

【図8】 本発明の実施の形態における光パルス波形の説明図

【図9】 本発明の実施の形態における記録方式の説明図

【図10】 本発明の実施の形態における再生手段のブロック図

【図11】 本発明の光ヘッドの構成を示す図

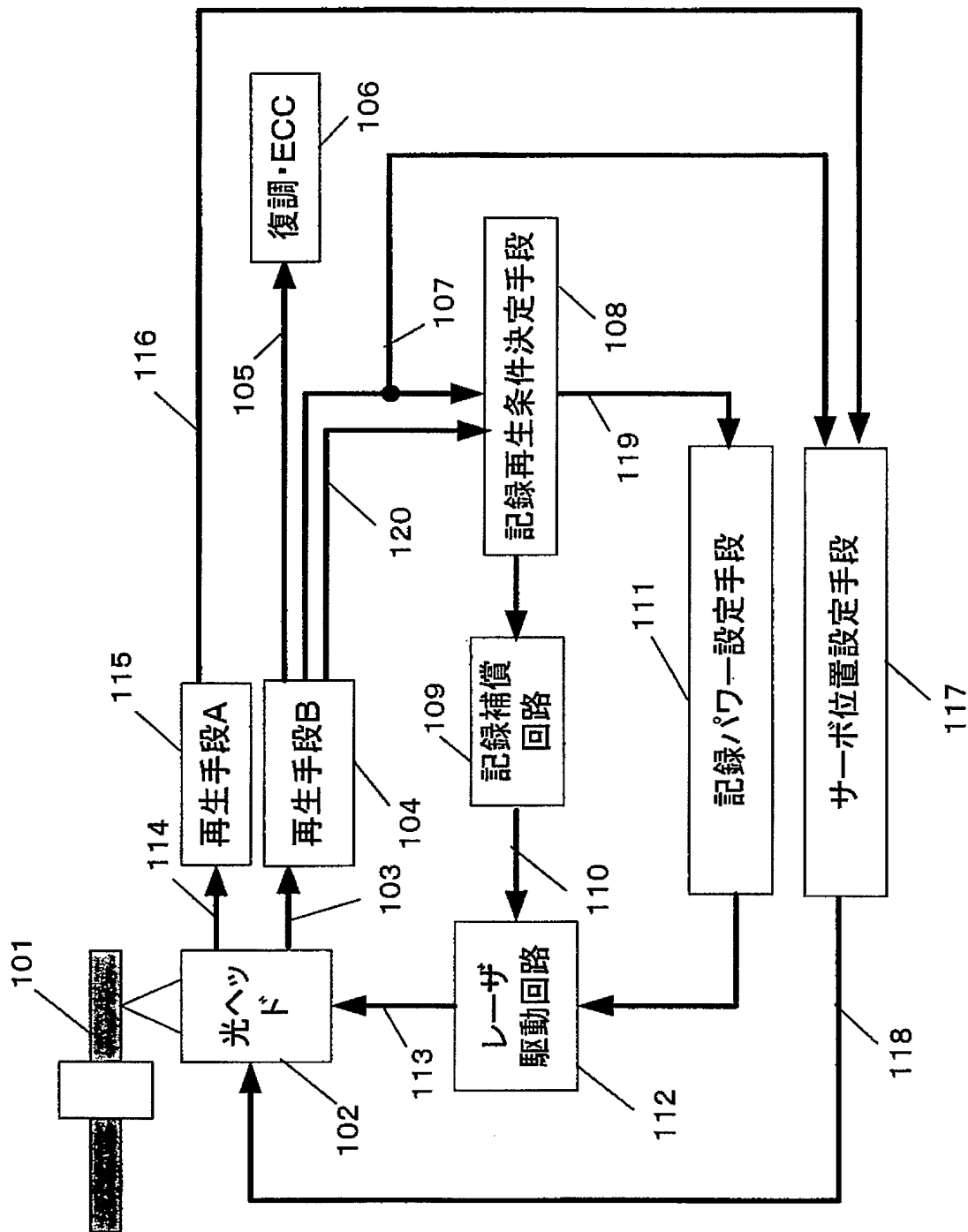
**【符号の説明】****【0088】**

101	光ディスク
102	光ヘッド
104	再生手段B
108	記録再生条件決定手段
109	記録補償回路
112	レーザ駆動回路
111	記録パワー設定手段
115	再生手段A
117	サーボ位置設定手段
201	プリアンプ
204	波形等化器
205	A/D変換器
206	デジタルフィルタ
207	ビタビ復号器
208	差分メトリック解析器
601	グルーブトラック
701	光ディスク
702	トラック
703	凹凸ピット
1004	演算器

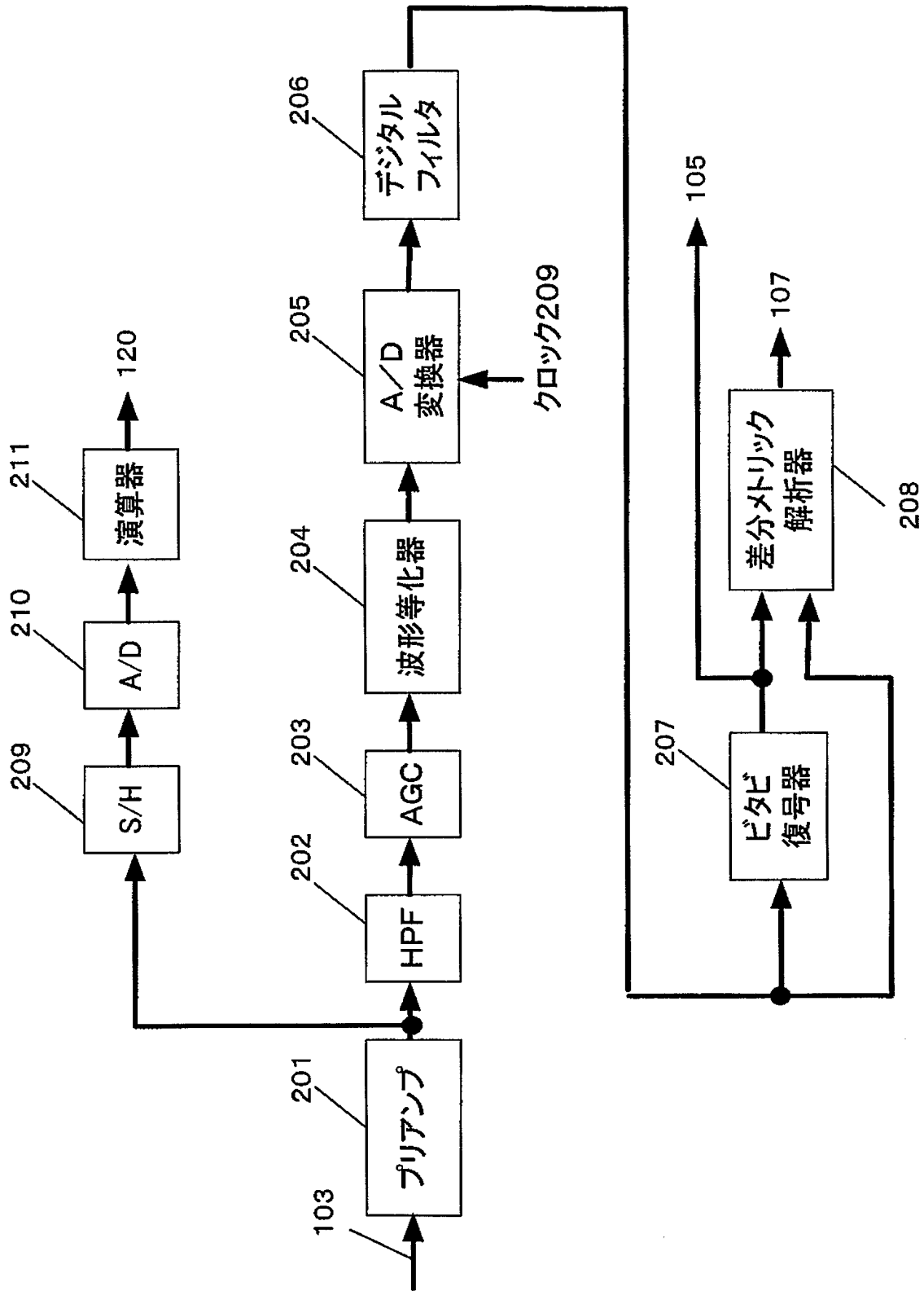


【書類名】 図面

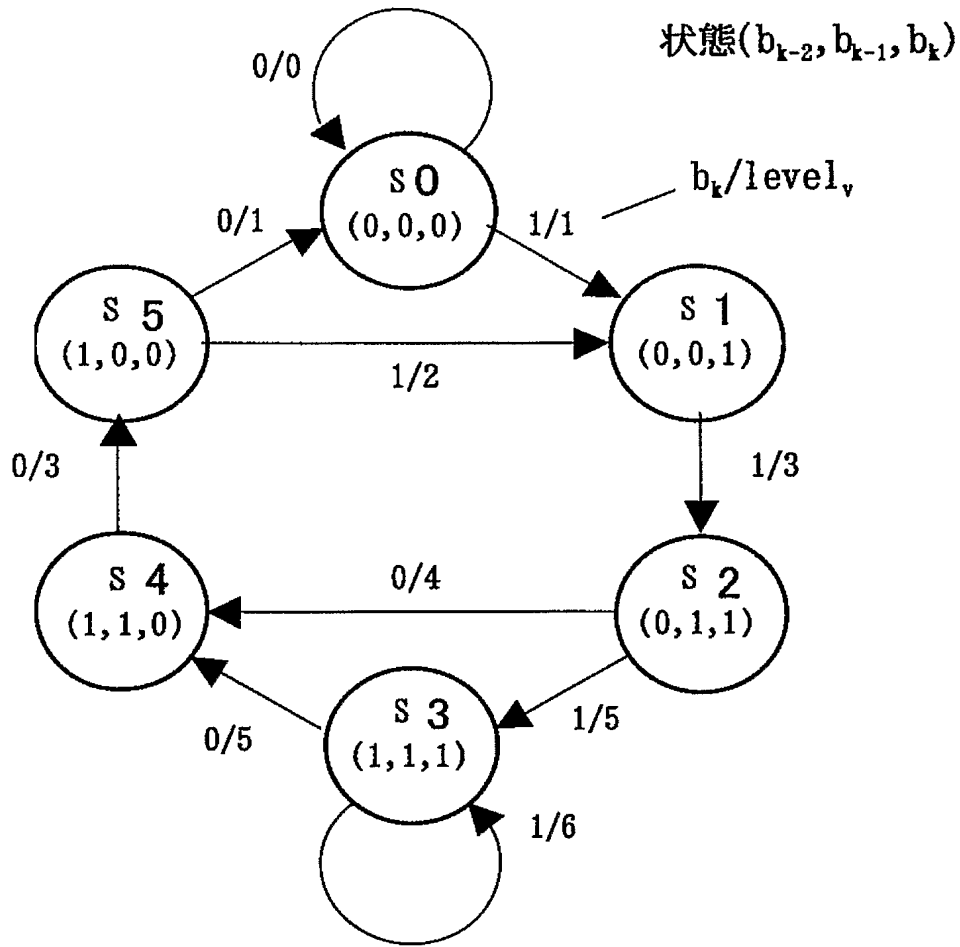
【図 1】



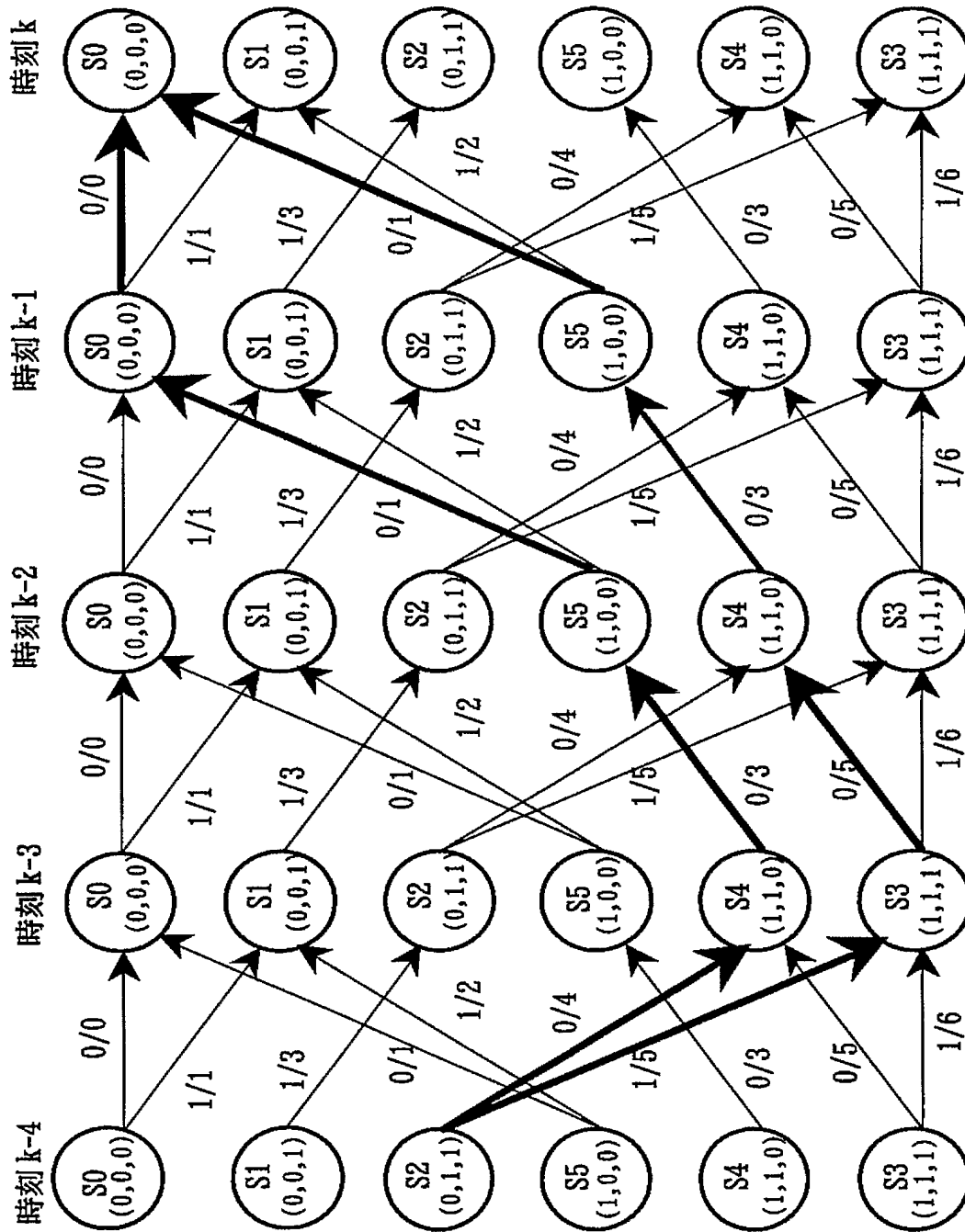
【図 2】



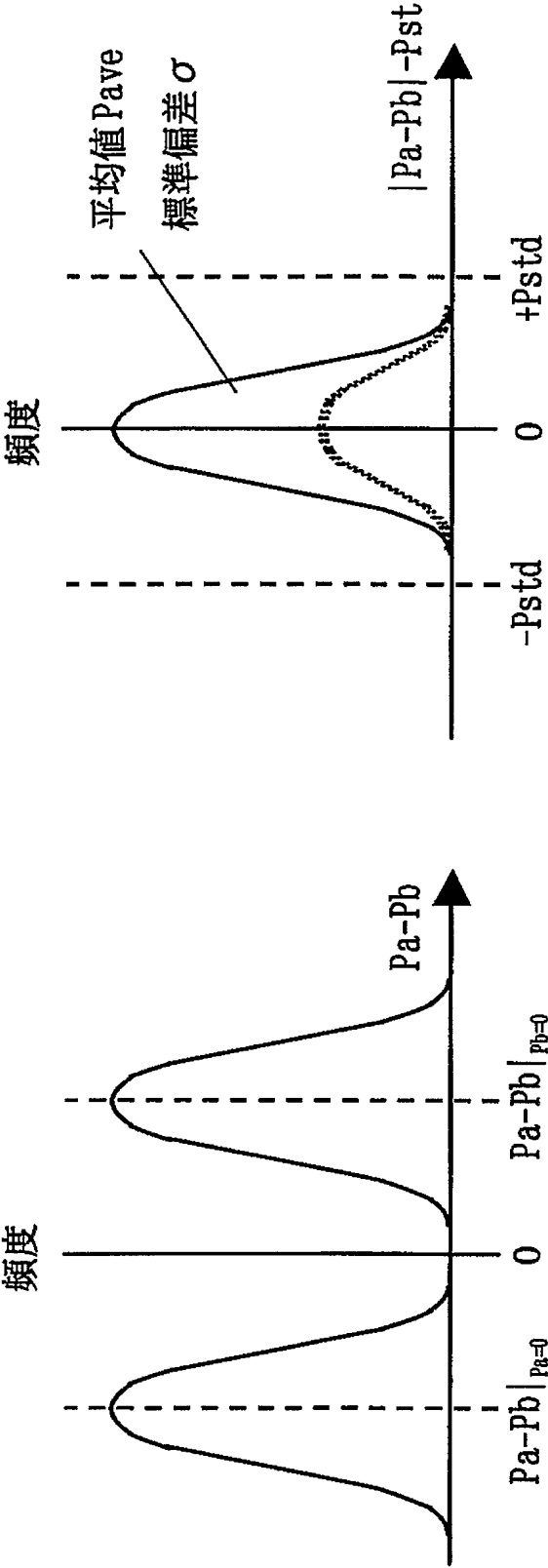
【図 3】



【図 4】



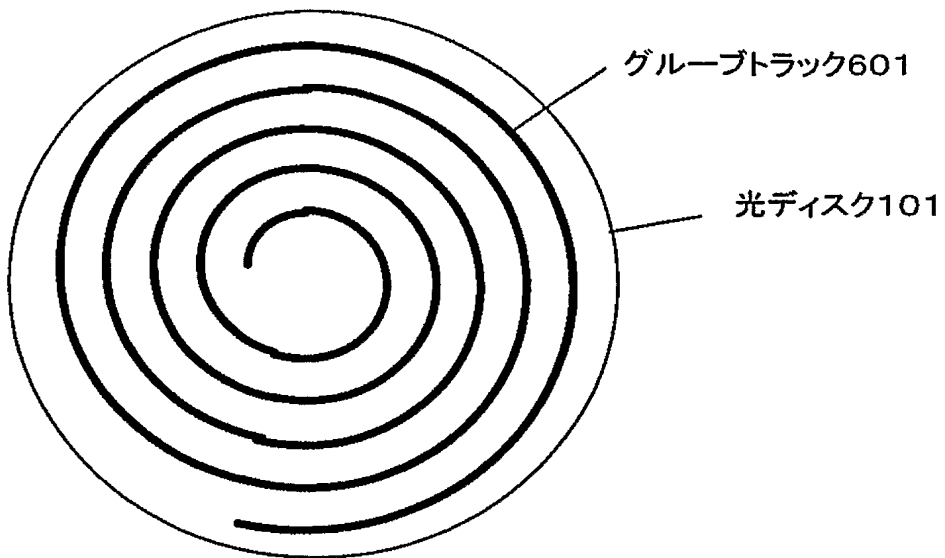
【図 5】



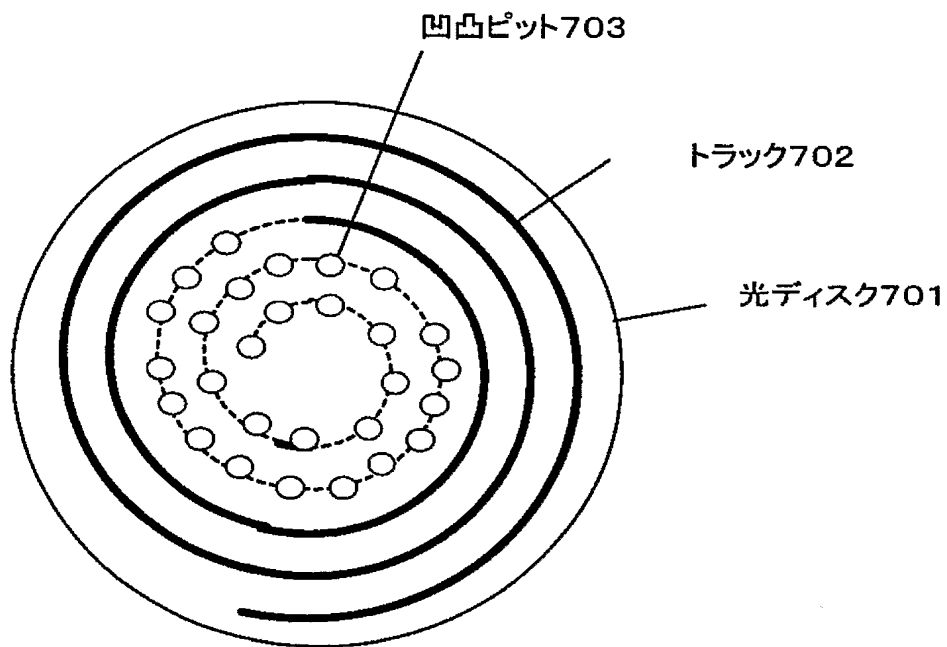
(a)  $Pa-Pb$  の分布の様子

(b)  $|Pa-Pb| - Pstd$  の分布の様子

【図 6】

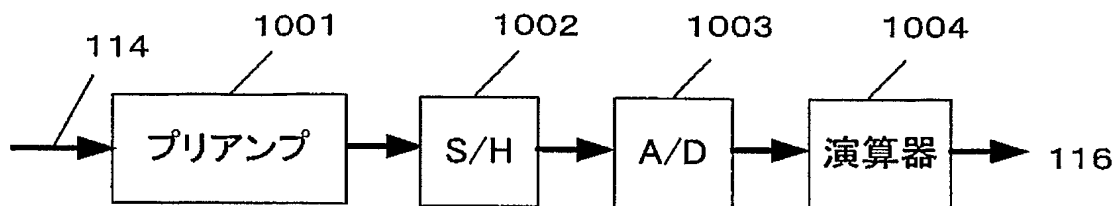


【図 7】

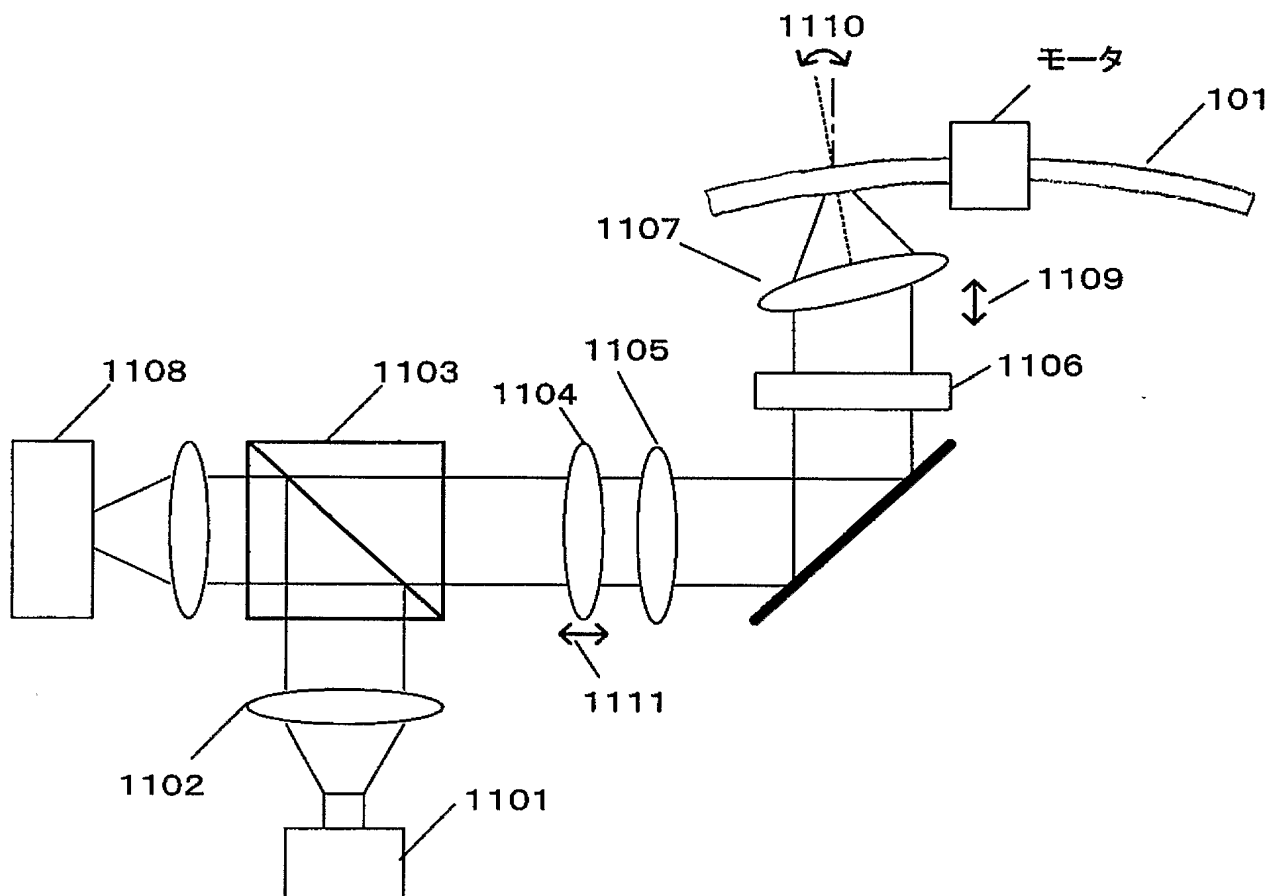




【図 10】



【図 11】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 凹凸ピットのない光ディスクにおいても、光ディスク装置や光ディスクのばらつきを吸収して、正しいサーボ調整位置を決定するための方法を提供すること。

【解決手段】 ディスク装着時に、第 1 のサーボ位置調整と第 2 のサーボ位置調整の少なくとも 2 段階のサーボ位置調整を行い、第 1 のサーボ位置調整後に所定の信号を記録し、前記所定の信号を記録したトラックを再生することにより第 2 のサーボ位置調整を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 1 9 5 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社